

PERENCANAAN PERKERASAN STRUKTUR JALAN DENGAN METODE RECYCLING JALAN RAYA TULIS, BATANG

Kemmala Dewi

Dosen Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Semarang

ABSTRAKSI

Perencanaan perkerasan dengan metode recycling adalah perencanaan perkerasan yang menggunakan bahan bekas (bahan material), untuk didaurulang menjadi bahan pondasi lapis bawah. Dalam perencanaan perkerasan ini berdasarkan dari :

1. Semakin padatnya arus dan muatan pada lalu lintas di jalan pantura.
2. Material lama yang di badan jalan sudah sangat tebal dan permukaan jalan tiap tahun kian tinggi dan tidak perlu dipertebal lagi atau lapis permukaannya,
3. Terjadinya kerusakan pada lapisan pondasi perkerasan, karena sudah tidak dapat mengcofer pada poin 1, Dsb

Dalam perencanaan perkerasan dengan metode ini harus melalui beberapa tahap diantaranya, penyelidikan lapangan dan penyelidikan di laboratorium. Penyelidikan lapangan dilakukan untuk mendapat data lapangan sehingga diketahui susunan (lapisan) perkerasan existing yang ada seberapa dalam sampai lapisan tanah asli. Sedangkan penyelidikan di laboratorium dilakukan untuk mengetahui nantinya campuran apa saja yang harus ditambahkan, sehingga perkerasan yang nanti direncanakan dapat menahan beban dan arus lalu lintas di beberapa tahun yang akan datang sesuai dengan yang direncanakan.

Setelah itu penyelidikan lapangan dan penyelidikan laboratorium dilakukan maka didapatkan JobMix Formula (JMF) yang akan dijadikan (JobMix Desain), sebagai standar pegangan untuk pelaksanaan pekerjaan recycling lapangan nantinya. Pelaksanaan Recycling sendiri yang dilakukan dalam perencanaan kali ini ada dua macam yaitu: Cement Treated Recycling Base (CTRB) sebagai lapis pondasi bawah didapatkan bahan tambahan material yang harus ditambahkan seperti agregat batu pecah, semen dan air dengan perbandingan masing – masing sesuai dengan JobMix Desain, dan Cold Mix Recycling by Foam Bitumen Base (CMRFB) untuk lapis pondasi atas didapatkan bahan campuran tambahan seperti : bekas garukan aspal, agregat batu pecah, semen, air, dan Foam aspal. Pelaksanaan CTRB dan CMRFB semuanya dilakukan di tempat baik penambahan material tambahan, pencampuran material - material tambahan sampai dengan perawatan pasca pekerjaan recycling dengan mesin recycler tersebut.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Recycling adalah pekerjaan daur ulang dengan menggunakan bahan bekas garukan Aspal dan garukan Base untuk diolah menjadi bahan pokok yang memiliki nilai guna. *Recycling pavement* merupakan proses peningkatan struktur jalan dengan

bekas material jalan itu sendiri . Dalam perkembangan teknologi penanganan jalan, proses ini turut salahsatu perkembangan yang bisa memanfaatkan bahan-bahan / material “Bekas” jalan untuk diolah kembali menjadi bahan “Baru”. Untuk meningkatkan infrastruktur jalan dengan dana yang lebih murah dan waktu yang lebih singkat, diperlukan sistem konstruksi dan rehabilitasi jalan yang hemat dan tahan lebih lama salah satunya yaitu dengan upaya *recycling*.

Dasar yang melatar belakangi ide tersebut adalah :

- Semakin menipisnya ketersediaan material agregat (bahan tambang), walaupun ada harganya sudah semakin tinggi dan untuk memperolehnya cenderung merusak lingkungan.
- Semakin padatnya arus dan beban muatan dilalulintas jalan pantura.
- Material lama yang di badan jalan sudah sangat tebal dan permukaan jalan tiap tahun kian tinggi dan tidak perlu dipertebal lagi atau lapis permukaannya.
- Terjadinya kerusakan pada lapisan pondasi perkerasan, karena sudah tidak dapat mengcofer pada poin 2

Prinsip dari proses ini adalah memanfaatkan material jalan yang ada yang (dianggap) sudah tidak memiliki nilai struktur untuk diolah dan ditambah bahan *additive* sehingga dapat dipergunakan kembali dengan nilai struktural yang lebih tinggi. Dari segi material, sumber material agregat mulai langka dan pengangkutan dari sumber material ke lokasi pekerjaan cukup jauh serta harga aspal yang semakin mahal dan langka sehingga kurang efisien dan tidak ekonomis.

Pembahasan *recycling pavements* ini didapat dari hasil pengamatan pelaksanaan pembangunan jalan paket Batang-Plelen Dalam bab ini akan dibahas tentang lapis pondasi dengan *Cement Treated Recycle Base (CTRB)* dan *Cold Mix Recycle Foam Bitumen-Base (CMRFB)* / daur ulang campuran dingin dengan *foam bitumen*.

Road Recycling menyimpan harapan strategis bagi pembangunan infrastruktur jalan di tanah air, karena mampu menjawab berbagai kendala yang meliputi pelaksanaan pembangunan selama ini. Kendala baik yang muncul dari sisi ekonomis, teknis dan lingkungan yang telah berujung kepada keterbatasan-keterbatasan pada pelaksanaan perbaikan jalan. Keadaan ini telah memicu pekerjaan jalan yang berulang – ulang serta tidak jarang mengundang kritik dari masyarakat awam karena mengesankan pekerjaan yang tidak pernah tuntas. Dengan teknologi

daur ulang metode in place yang memaksimalkan pemakaian kembali material bekas dan langsung diproses di tempat dengan menggunakan alat Recycler yang dilengkapi Instrument control computerized system, dalam waktu relative singkat telah menghasilkan jalan baru yang lebih kuat.

LANDASAN TEORI

Metode Campuran Recycling

- 1) Bahan campuran untuk *CTRB* dan *CTRSB* terdiri atas bahan garukan perkerasan, semen dan air. Apabila bahan garukan tidak memenuhi persyaratan gradasi, maka harus ditambahkan agregat baru.

Kadar semen harus ditentukan berdasarkan percobaan laboratorium dan percobaan campuran (*trial mix*). Kadar air optimum harus ditentukan berdasarkan percobaan laboratorium.

- 2) Rancangan Campuran

Percobaan campuran (*trial mix*) dilakukan untuk menentukan :

- a. Kuat Tekan Bebas / Unconfined Compressive Strength (*UCS*) atau kuat tekan beton silinder
- b. Kadar semen yang dibutuhkan
- c. Kadar air optimum
- d. Berat isi kering pada kadar air optimum

- 3) Karakteristik *CTRB* dan *CTRSB*

Kekuatan campuran *CTRB* dan *CTRSB* ditentukan berdasarkan Kuat Tekan. Percobaan campuran dan pemeriksaan kekuatan untuk menetapkan perbandingan komposisi harus dilakukan oleh Penyedia Jasa dibawah pengawasan Direksi Teknis. Perhatian khusus harus diberikan dalam pekerjaan persiapan, perawatan dan penanganan contoh-contoh uji.

Apabila benda uji dibuat dengan silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm maka harus dipadatkan dalam 6 lapis, masing-masing lapisan ditumbuk sebanyak 25 tumbukan dengan berat alat penumbuk 4,50 kg dan tinggi jatuh 45 cm. Butiran-butiran lebih besar 1½” maksimum 20% yang harus dikonversikan dengan agregat pengganti lolos 1½” tertahan 3/8”. Sedangkan apabila benda uji dibuat dengan silinder diameter 7 cm dan tingginya 14 cm maka kepadatannya harus setara dengan kepadatan yang dicapai untuk pembuatan benda uji “*modified proctor*” atau metode Pengujian Kepadatan Berat Untuk Tanah sesuai SNI 03-1743-1989. Butiran-butiran

lebih besar 19 mm harus dikonversikan dengan agregat pengganti lolos 19 mm dan tertahan 4,75 mm.

Pada awal pekerjaan dan sampai saat Direksi Pekerjaan memerintahkan pengurangan jumlah silinder yang disyaratkan yaitu 6 silinder untuk setiap 1.000 m² dari base atau bagian yang dihampar setiap hari.

Apabila jumlahnya cukup dan hasil tes silinder yang ada dapat memuaskan, Direksi Pekerjaan bisa memutuskan bahwa kualitas campuran dapat diterima. Direksi Pekerjaan dapat mengurangi jumlah silinder menjadi 3 silinder untuk 1.00 m² dari bagian yang dihampar setiap harinya.

Direksi pekerjaan akan memberikan persetujuan terhadap perbandingan komposisi atas dasar hasil uji bahan-bahan dan hasil pengujian kekuatan pada umur 7 hari, kekuatan minimum harus memenuhi persyaratan dalam Tabel 3.

Peruntukan	Kuat Tekan, pada umur 7 hari (Kg/Cm ²)	
	UCS (diameter 70 mm x tinggi 140 mm)	Kuat Tekan Beton Silinder (diameter 150 mm x tinggi 300 mm)
CTRB	Min. 30	Min. 35
CTRSB	Min. 20	Min. 25

4) Percobaan di lapangan (*Field Trials*)

Disain campuran di atas harus dicoba di lapangan dengan luas pekerjaan *CTRB* atau *CTRSB* adalah 500 m², dengan tebal berdasarkan instruksi dari Direksi Pekerjaan.

Luas percobaan *CTRB* dan *CTRSB* harus mendapat persetujuan dari Direksi Pekerjaan.

Homogenitas campuran dilapangan sangat tergantung dari Faktor Efisiensi (FE) dari cara pencampuran yang digunakan yaitu :

- instalasi pencampur : 80 – 100 % (SNI 03-3440-1994)
- Alat pencampur rotor : 60 – 80 % (SNI 03-3440-1994)
- Alat pembentuk mekanik : 40 – 50 % (SNI 03-3440-1994)
- *Mix in place* (alat pencampur berjalan) : 60 – 80 %

Kadar semen yang diperlukan di lapangan ditentukan sebagai berikut :

- Kuat Tekan Bebas sesuai dengan ketentuan yang berlaku (q_u lap);
- Kuat Tekan Bebas lapangan terkoreksi (q_u koreksi) adalah :

$$q_u \text{ koreksi} = \frac{q_u \text{ lap}}{FE}$$
- Kadar semen di lapangan ditentukan dari memplotkan q_u lap. terkoreksi ke dalam grafik hubungan q_u lap dengan kadar semen.
-

2) *CMRFB (Cold Mix Recycling by Foam Bitumen) Base*

Yang dimaksud dengan Daur Ulang Campuran Beraspal Dingin dengan *Foam Bitumen (CMRFB-Base)* adalah campuran antara *Reclaimed Asphalt Pavements (RAP)* dan agregat baru (bila diperlukan) serta *Foamed Bitumen* yang dicampur di Unit Produksi Campuran Beraspal Sentral (*in plant*) atau pencampuran di tempat (*in place*), dihampar dan dipadatkan dalam keadaan dingin. Pekerjaan ini hanya mencakup pembuatan lapisan Daur Ulang Campuran Beraspal Dingin dengan *Foamed Bitumen* untuk lapis pondasi, yang dihampar dan dipadatkan di atas lapis perkerasan jalan yang telah disiapkan sesuai dengan Spesifikasi dan memenuhi garis ketinggian, dan potongan memanjang serta potongan melintang yang ditunjukkan dalam Gambar Rencana.

Jenis Daur Ulang Campuran Beraspal Dingin dengan *Foamed Bitumen (CMRFB-Base)* Berdasarkan Kategori Lalu-Lintas

Jenis dan ketebalan lapisan harus seperti yang ditentukan pada Gambar Rencana. Daur Ulang *CMRFB-Base* yang direncanakan untuk lalu-lintas rencana $\leq 5.000.000$ ESA, prosedur pembuatan rancangan campuran dilakukan melalui pembuatan benda uji dengan alat pemadat Marshall serta jumlah tumbukan 2×75 sesuai RSNI M-01-2003. Sedangkan untuk lalu lintas rencana $> 5.000.000$ ESA, benda uji dibuat dengan alat kepadatan berat sesuai SNI 03-1743-1989.

DATA LAPANGAN

I. PENYELIDIKAN LAPANGAN DAN LABORATORIUM

Perencanaan dimulai dari penyelidikan tanah yang dilaksanakan meliputi penyelidikan di lapangan dan Laboratorium, serta analisis data.

1.1. Penyelidikan Lapangan

Penyelidikan lapangan yang dilaksanakan yaitu meliputi pekerjaan – pekerjaan test pit dan pengambilan contoh tanah (sampling) untuk diselidiki mengenai Index Properties dan Mechanical Properties, dengan hasil terlampir.

1.1.1 Pembuatan dan Pengujian Lubang Uji

Prosedur pelaksanaan pembuatan dan pengujian lubang uji sebagai berikut

A. Pembuatan Lubang Uji

- Dimensi lubang uji minimal adalah : lebar = 1,0 m dan panjang = 1,50 m bersig pada bagian dasar.
- Lubang uji dibuat sedemikian sehingga dapat stabil dan tidak runtuh
- Penggalan dilakukan dengan jack hammer dan tenaga manusia
- Penggalan dilakukan sedemikian rupa sehingga memungkinkan pemeriksaan, pengujian dan pengambilan contoh tanah asli (undisturbed sample) dan tanah tidak asli (disturbed sample) sampai pada kedalaman tanah asli (natural subsoil)
- Material galian disimpan di dekat lubang uji secara teratur dan diberi identitas sehingga memudahkan identifikasi logging.
- Lubang uji harus dilakukan sedemikian rupa sehingga jumlah contoh yang diambil mencukupi untuk uji laboratorium.
- Lubang uji ditutup kembali dengan material non PI dan dipadatkan.

B. Pemeriksaan

- Pemeriksaan visual stratifikasi struktur perkerasan dan timbunan dilakukan sampai kedalaman tanah asli.
- Pemeriksaan mencakup dimensi tebal perkerasan dan identifikasi visual.
- Identifikasi mencakup jenis material, gradasi, konsistensi, warna, dimensi tebal lapisan dan informasi khusus yang dianggap penting.
- Informasi penting dan dilengkapi dengan sketsa.

C. Pengambilan Contoh Tanah Terganggu

Pengambilan contoh tanah terganggu dilakukan sebagai berikut :

- Pengambilan contoh tanah terganggu dilakukan pada tanah dasar.
- Titik pengambilan sample sedemikian rupa sehingga berjarak paling dekat 30 cm dari sisi terluar contoh ke-arrah daerah terluar titik pengujian lapangan.

- Sampling dilakukan secara manual dengan skop.
- Pengambilan material dilakukan sedemikian rupa sehingga tidak terjadi kontaminasi dengan material dari sampling lain.
- Contoh material dimasukkan ke dalam kantong plastic atau karung plastic dan diikat atau diplaster dengan kuat dan tidak lepas.
- Identitas contoh/sample mencakup : kode atau no. sample, lokasi titik, kedalaman, nama petugas, dan lain yang perlu.

D. Pengambilan Contoh Tanah Tak Terganggu

Pengambilan contoh tanah tidak terganggu dilakukan sebagai berikut :

- Pengambilan contoh tanah tidak terganggu dilakukan pada tanah dasar.
- Pengambilan contoh dilakukan dengan tabung silinder (cylinder with advanced trimming).
- Contoh tanah pada tabung segera diberi paravin pada kedua ujungnya, sehingga dapat terjamin keasliannya.
- Identitas contoh/sample mencakup : kode atau no. sample, lokasi titik, kedalaman, nama petugas, dan lain yang perlu.

E. Pengujian Lapangan Material Lubang Uji

Pengujian lapangan pada lubang uji mencakup pengujian DCP dan Pengujian Kepadatan Lapangan.

1. Pengujian DCP (Dynamic Cone Penetrometer)

- Pengujian DCP memberikan suatu rekaman kekuatan yang menerus dari kekuatan tanah (sub-grade) sedalam 90 cm.
- Pengujian DCP dilakukan pada strata-1 (sub-base course) bilamana memungkinkan, strata-2 (tanah dasar) dan strata-3 (tanah asli). Pengujian DCP pada setiap strata dilakukan 2 kali percobaan.
- Pengujian DCP untuk strata-1 (base course) dilakukan setelah test sand cone, hal ini dilakukan mengingat pada permukaan atas base course sulit dilaksanakan.

- Prosedur pelaksanaan meliputi : pemberat palu sebesar 9,07 kg yang dijatuhkan melalui tiang besi pengarah yang bergaris tengah 16 mm (5/8 inchi) setinggi 50,8 cm (20 inchi) dan memukul suatu landasan.
- Besi baja bulat yang bergaris tengah 16 mm (5/8 inchi) dengan ujung baja yang keras seluas 1,61 cm² dengan sudut 30° ditanamkan dengan pukulan – pukulan dari palu yang dijatuhkan.
- Setiap 5 pukulan diukur dan dicatat penetrasi yang terjadi dengan alat meteran bangunan, pencatatan pengukuran penetrasi dihitung dari ujung kerucut di bawah permukaan dalam centimeter masing – masing setiap atau setelah serangkaian pukulan. Pukulan dihentikan bila mencapai kedalaman 90 cm dari permukaan tanah.
- Dengan mengeplot total kedalaman penetrasi terhadap total jumlah pukulan yang diperlukan untuk menancapkan ujung kerucut sampai kedalaman -90 cm.
- Dari titik – titik plotting tersebut ditarik garis linier dan dengan menggunakan “template” model CBR pada sudut kanan bawah dapat ditentukan nilai CBR.

2. CBR Lapangan (CBR Insitu)

- Tujuannya adalah untuk memeriksa CBR (California Bearing Ratio) langsung di tempat (in place).
- Pengujian CBR lapangan dilakukan sesuai dengan PB-0102-76

1.1.2 Hasil uji Test Pit

Banyaknya titik ada 4 (empat) yaitu titik TP.I s/d TP.IV yang letaknya di Ruas Jalan Batang – Weluri I, Jawa Tengah seperti diuraikan sebagai berikut:

Titik Test Pit TP.1

Untuk titik TP. 1, kedalaman yang dilaksanakan adalah sampai dengan kedalaman 1,50 meter dari permukaan tanah setempat.

Pada kedalaman ± 0,00 meter sampai -0,30 meter dari permukaan tanah setempat lapisan berupa aspal.

Kedalaman -0,30 meter sampai -1,40 meter lapisan berupa base course.

Kedalaman -1,40 meter sampai -1,50 meter lapisan berupa batu onderlagh.

Muka air tanah (MAT) pada titik test pit TP. 1 terdapat pada kedalaman -1,30 meter dari permukaan tanah setempat.

Titik Test Pit TP. 2

Untuk titik TP. 2, kedalaman yang dilaksanakan adalah sampai dengan kedalaman 1,50 meter dari permukaan tanah setempat.

Pada kedalaman $\pm 0,00$ meter sampai -0,35 meter dari permukaan tanah setempat lapisan berupa aspal.

Kedalaman -0,35 meter sampai -0,60 meter lapisan berupa base course.

Kedalaman -0,60 meter sampai -0,80 meter lapisan berupa batu onderlagh warna coklat.

Kedalaman -0,80 meter sampai -1,50 meter lapisan berupa lapisan lempung kelanauan berwarna coklat kemerahan.

Muka air tanah (MAT) pada titik test pit TP. 2 sampai pada kedalaman -1,50 meter dari permukaan tanah setempat belum ditemukan.

Titik Test Pit TP. 3

Untuk titik TP. 3 kedalaman yang dilaksanakan adalah sampai dengan kedalaman 1,50 meter dari permukaan tanah setempat.

Pada kedalaman $\pm 0,00$ meter -0,25 meter dari permukaan tanah setempat lapisan berupa aspal

Kedalaman -025 meter sampai -080 meter lapisan base couser.

Kedalaman -080 meter sampai -1,50 meter lapisan berupa lempung berwarna merah bata.

Muka air tanah (MAT) pada titik test pit TP. 3 sampai pada kedalaman -1,50 meter dari permukaan tanah setempat belum ditemukan.

Titik Test Pit TP. 4

Untuk titik Tp. 4, kedalaman yang dilaksanakan adalah sampai dengan kedalaman -1,50 meter dari permukaan tanah setempat.

Pada kedalaman $\pm 0,00$ meter -0,55 meter dari permukaan tanah setempat lapisan berupa aspal.

Kedalaman -0,55 meter sampai -0,80 meter lapisan berupa base course.

Kedalaman -0,80 meter sampai -0,90 meter lapisan berupa batu onderlagh.

Kedalaman -0,90 meter sampai -1,50 meter lapisan berupa lempung berwarna merah bata.

Muka air tanah (MAT) pada titik test pit TP. 4 sampai pada kedalaman -1,50 dari permukaan tanah dari permukaan tanah setempat belum ditemukan.

2.2 PENGUJIAN LABORATORIUM

Maksud dari pengujian laboratorium adalah : untuk melakukan pengujian contoh tanah yang diperoleh dari lapangan, dan untuk mengetahui parameter keteknikan dari contoh tanah secara lebih kualitatif.

Pekerjaan laboratorium dilakukan untuk mendapatkan “Index Properties” dan “Mechanical Properties” dari contoh tanah yang didapat dari hasil penyelidikan di lapangan, adapun metode uji laboratorium yang dilakukan dapat diterangkan secara singkat sebagai berikut :

2.2.1 pengujian Index Properties

A. Water Content / Kadar Air Asli (W_n)

Hasil penyelidikan :

$$W_n = \frac{\text{Berat air}}{\text{Berat contoh kering}} \times 100\%$$

B. Specific Gravity / berat jenis (G_s)

Hasil Penyelidikan :

$$\text{Didapatkan berat jenis contoh tanah (G}_s\text{)} = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)}$$

Dimana :

W₁ = berat picnometer (gram)

W₂ = berat picnometer + contoh kering (gram)

W₃ = berat picnometer + contoh + air (gram)

W₄ = berat picnometer + air (gram)

Berat jenis tanah adalah perbandingan berat butir tanah dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu.

C. Natural Density / Berat Isi (γ)

Hasil Penyelidikan :

$$\text{Berat Volume Tanah} = \frac{\text{Berat Tanah Basah}}{\text{Isi Tanah Basah}}$$

D. Atterberg Limit (LL, PL, PI) / Batas Atterberg

- Liquid Limit (LL)

Hasil yang diperoleh berupa grafik antara jumlah pukulan dan kadar air yang bersangkutan dalam skala logaritma. Batas cair ditentukan dari nilai kadar air contoh tanah yang mempunyai jumlah ketentuan = 25.

- Plastic Limit (PL)

Hasil yang diperoleh langsung menunjukkan kadar air dalam keadaan batas plastis.

- Plasticity Index (PI)

Plasticity Index dari contoh tanah adalah selisih nilai kadar air dari batas cair dengan batas plastis ($PI = LL - PL$).

E. Grain Size Analysis / Analisa butiran & hydrometer

- Analisa butir

Hasil yang didapat berupa prosentase berat benda uji yang tertahan di atas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji, kemudian prosentase berat benda uji yang lolos dari masing-masing saringan dapat dihitung dan grafik akumulatif dapat digambar.

- Hydrometer

Hasil yang didapat berupa grafik dalam skala logaritma memperlihatkan prosentase kehalusan pada sumbu tegak dengan butir tanah pada sumbu mendatar.

Pengujian Engineering Properties

Hasil penyelidikan :

Dari hasil penyelidikan ini diperoleh : hubungan antara tagangan geser dengan tegangan normal sehingga didapat suatu grafik yang menunjukkan nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ)

III. HASIL PENGUJIAN

Rekapitulasi hasil pengujian sample di Laboratorium Mekanika Tanah seperti pada tabel berikut ini :

JENIS TEST		HASIL				SATUAN	
		TP. 1 KM. SMG. 82+950	TP. 2 KM. SMG. 83+100	TP. 3 KM. SMG. 82+950	TP. 4 KM. SMG. 82+950		
Lokasi Titik		Tengah	Tengah	Tepi	Tengah		
Tebal Perkerasan		30	35	25	55	cm	
Tebal Base Course		110	50	55	25	cm	
Batu Onderlag		-	20	-	10	cm	
CBR DCP Sub Grade		-	5,50	4,83	5,81	%	
CBR Insitu	Base Course	0,1 "	25,35	25,35	30,42	26,20	%
		0,2 "	34,93	36,05	31,55	29,29	%
	Tanah Dasar	0,1 "	5,12	5,63	6,14	4,09	%
		0,2 "	5,12	6,48	5,29	3,75	%
Sub Grade /Tanah Asli	Kadar air (w)		-	26,56	32,31	26,30	%
	Berat Jenis Tanah (Gs)		-	2,69	2,67	2,71	
	Berat isi Tanah (γ)		-	1,70	1,69	1,74	gr/cm ³
	Porosity (n)		-	49,94	51,96	48,98	%
	Void Ratio (e)		-	1,00	1,08	0,96	
	Liquid Limits (LL)		-	46,25	56,00	53,70	%
	Plastic Limits (PL)		-	25,26	28,79	29,00	%
	Plastisity Index (PI)		-	20,99	27,21	24,70	%
	Lolos Saringan No.40		-	81,20	98,50	89,50	%
	Lolos Saringan No.200		-	75,00	97,00	80,00	%
	Lolos Fraksi Lempung		-	14,00	46,50	46,00	%
	Direct Shear Test	c	-	0,21	0,22	0,22	kg/cm ²
ϕ		-	22	23	22	derajat	

JOBMIX DESIGN (JMD) CTRB - CMFRB

JobMix Design (JMD)

Job Mix Design adalah suatu takaran/ ramuan campuran bahan material yang akan digunakan untuk pedoman/ acuan proses pelaksanaan pekerjaan, sehingga dapat hasil memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan Job Mix Design. Job Mix design dilakukan berdasarkan dari JobMix Formula yang telah di ujicoba terlebih dahulu.

Adapun hasil dari JobMix Design CTRB – CMFRB sebagai Berikut :

REKAPITULASI JOB MIX DESAIGN CMRFB - BASE						
I MATERIAL						
NO	JENIS MATERIAL	KOMPOSISI		SUMBER MATERIAL		
		A	B			
1	RAP + CA	71,5% + 27%	79% + 20%	Ex. Existing		
2	Semen (Type I)	1,5%	1%	Ex. Semen Padang		
3	Aspal Pen 60/70	2.50%	2.50%	Ex. Pertamina		
4	Air	9%	9%			
II HASIL TES						
A. Analisa Saringan						
NO	SARINGAN		HASIL	SPESIFIKASI		
	inch	mm				
1	2"	50.80	0.00	100	-	100
2	1"	25.40	0.00	77	-	100
3	3/4"	19.10	0.00			
4	1/2"	12.50	0.00	63	-	87
5	3/8"	9.50	0.00			
6	No. 4	4.75	0.00	45	-	68
7	No. 8	2.36	0.00	35	-	57
8	No. 30	0.60	0.00	19	-	39
9	No. 100	0.15	0.00	8	-	25
10	No. 200	0.075	0.00	5	-	20
B. Foamed Bitumen						
NO	URAIAN		HASIL	SPESIFIKASI		SATUAN
1	Rasio Pengembangan		11	Min	10	Kali
2	Half - Life		11	Min	8	Detik
3	Kadar Air					
C. Campuran						
NO	URAIAN		HASIL	SPESIFIKASI		SATUAN
1	Kadar Foamed Bitumen		2,5			%
2	Indirect Tensile Streght Test (ITS) Renda		614.88			Kpa
3	Indirect Tensile Streght Test (ITS) Kering		505			Kpa
4	Tensile Streght Retained (TSR)		82.26			%
5	Unconfined Compressive Streght (UCS) Re		764.82			Kpa
6	Unconfined Compressive Streght (UCS) Ke		924.9			Kpa
D. Kepadatan						
NO	URAIAN	HASIL		SPESIFIKASI	SATUAN	
		A	B			
1	Kepadatan Kering Maksimum (γ dry max)	1.862	1.901		Gr/ Cm ³	
2	Kadar Air Optimum (OMC)	5.4	6.3		%	

METODE PELAKSANAAN DAUR ULANG BAHAN JALAN DENGAN ALAT RECYCLER Cs.

I. PELAKSANAAN PROSES DAUR ULANG.

A. CTRB

1. Penggarukan existing sedalam tebal rencana (20 Cm) dengan alat Cold Milling.
2. Hasil garukan (RAP) dikeluarkan sementara dan ditempatkan diluar site kerja dan nantinya bahan dimaksud akan digunakan kembali.
3. Setelah butir 1. Dan 2. selesai, maka dilakukan persiapan untuk kegiatan Proses CTRB, dengan dilakukan penebaran fresh agregat (29%) sesuai komposisi JMD dan dilanjutkan penebaran (8%) semen, yang diikuti dengan pengujian Paper Test.
4. Setelah butir 3. telah dinyatakan siap, maka alat Recycler disiapkan untuk memulai proses CTRB (dengan rangkaian alat operasional yaitu ; Recycler dan Tanki Air Kapasitas 16 Ton).
5. Sebelum butir 4. dimulai, maka terlebih dahulu diadakan uji kadar air harian lapangan dengan alat Speedy Test (mis : x %) dan diperhitungkan terhadap OMC (mis : y %), maka penambahan kadar air alat recycler sebesar : $(y - x) \%$. Apabila nilai $X > Y$, maka agar diupayakan serta diharuskan sampai kondisi $OMC - 3 \%$.
6. Setelah penambahan kadar air telah didapatkan, maka penguji menginformasikan kepada operator Recycler untuk mengatur setting pada alat Recycler yang nantinya pencampuran air pada proses daur ulang menjadi CTRB akan continue dan constant secara automatic.
7. Setelah operasional pada butir 6. sudah mulai, maka teknisi lab. mengikuti alat Recycler yang sedang berjalan dengan cara mengambil sample secara praktis yaitu untuk digenggam dan dikepal untuk menjadi bulatan, maka apabila hasil bulatan tampak homogen maka penggunaan kadar air sudah tepat dan apabila sebaliknya maka alat Recycler dapat dihentikan untuk mengatur komposisi kadar airnya.
8. Setelah pelaksanaan butir 7. selesai sepanjang kurang lebih 50 meter, maka dilakukan pelaksanaan pemadatan dengan tahapan berikut ;
 - a. Tandom 10 Ton melakukan lintasan Max. 2 passing. (Apabila diperlukan pada saat cuaca panas sekali/ alat ini digunakan sebagai bantuan guna

memperlambat penguapan air hasil proses Recycler)/ situsai kondisional lapangan terhadap cuaca panas.

- b. Apabila butir a. tidak diperlukan maka pemadatan dilakukan dengan alat Vibro Cap. 20 Ton dgn Pad Foot(6 Passing = 12 Lintasan)
- c. Setelah butir b. selesai, maka dilanjutkan dengan kegiatan levelling menggunakan alat Motor Grader.
- d. Setelah butir c. hasilnya telah sempurna, maka dilanjutkan dengan kegiatan Finishing menggunakan alat Tire Roller (15 Passing = 30 Lintasan) dengan pembasahan minimal.
- e. Setelah hasil butir d. Hasilnya telah sempurna (ikatan antar agregat telah tertutup), maka pekerjaan proses CTRB telah selesai dan dilanjutkan menunggu masa curing 3 Hr

B. CMRFB.

1. Pengembalian dan penghamparan RAP diatas konstruksi CTRB yang telah memenuhi masa curing nya dengan alat Wheel Loader dan Dump Truck.
2. Setelah butir 1 telah mencukupi, maka dilakukan kegiatan levelling dengan menggunakan Motor Grader.
3. Setelah butir 2. telah selesai, maka dilakukan persiapan untuk kegiatan Proses CMRFB, dengan dilakukan penebaran fresh agregat (27%)ka/ (20%)ki sesuai komposisi JMD dan dilanjutkan penebaran (1,5%)ka/ (1%)ki semen, yang diikuti dengan pengujian Paper Test.
4. Sebelum butir 3. dimulai, maka terlebih dahulu diadakan uji kadar air harian lapangan dengan alat Speedy Test (mis : x %) dan diperhitungkan terhadap OMC (mis : y %), maka penambahan kadar air alat recycler sebesar : $(y - x) \%$. Apabila nilai $X > Y$, maka agar diupayakan serta diharuskan sampai kondisi $OMC - 3 \%$.
5. Setelah penambahan kadar air telah didapatkan dan kadar penggunaan aspal, maka penguji menginformasikan kepada operator Recycler untuk mengatur setting pada alat Recycler yang nantinya pencampuran air pada proses daur ulang menjadi CMRFB akan continue dan constant secara automatic.
6. Setelah operasional pada butir 5. sudah mulai, maka teknisi lab. mengikuti alat Recycler yang sedang berjalan dengan cara mengambil sample secara praktis yaitu untuk digenggam dan dikepal untuk menjadi bulatan, maka apabila hasil bulatan

tampak homogen maka penggunaan kadar air dan foam bitumen (aspal) sudah tepat dan apabila sebaliknya maka alat Recycler dapat dihentikan untuk mengatur komposisi kadar air dan foam bitumen (aspal).

7. Setelah pelaksanaan butir 6. selesai sepanjang kurang lebih 50 meter, maka dilakukan pelaksanaan pemadatan dengan tahapan berikut ;
 - a. Tandom 10 Ton melakukan lintasan Max. 2 passing. (Apabila diperlukan pada saat cuaca panas sekali/ alat ini digunakan sebagai bantuan guna memperlambat penguapan air hasil proses Recycler)/ situsai kondisional lapangan terhadap cuaca panas.
 - b. Apabila butir a. tidak diperlukan maka pemadatan dilakukan dengan alat Vibro Cap. 20 Ton dgn Pad Foot(6 Passing = 12 Lintasan)
 - c. Setelah butir b. selesai, maka dilanjutkan dengan kegiatan levelling menggunakan alat Motor Grader.
 - d. Setelah butir c. hasilnya telah sempurna, maka dilanjutkan dengan kegiatan Finishing menggunakan alat Tire Rolller (15 Passing = 30 Lintasan) dengan pembasahan minimal.
 - e. Setelah hasil butir d. Hasilnya telah sempurna (ikatan antar agregat telah tertutup), maka pekerjaan proses CMFRB telah selesai dan dilanjutkan menunggu masa curing 3 Hr
8. S Setelah pelaksanaan butir 7. Masa curing berakhir, maka dilanjutkan kegiatan pelapisan Aspal Emulsi dengan menggunakan alat Asphalt Sprayer, dengan penggunaan 3,5 Kg Aspal Emulsi/ M2.
9. Setelah pelaksanaan butir 8. masa setting berakhir (minimal 12 Jam), maka dilanjutkan kegiatan memulai Open Traffic, sambil menunggu proses berikutnya yaitu : Kegiatan pengaspalan Hotmix pada lapis antara (AC - BC) dan lapis aus (AC – WC)

**KESIMPULAN HASIL JOB MIX DESIGN CTRB
KM. SMG 83+240 - 84+025 (Ki) BATANG - WELERI**

NO	PAKET PEKERJAAN	JMD CTRB						
		OMC (%)	γ _{dry} (%)	RAM (%)	AGREGAT BARU (%)	PC (%)	AIR (%)	BERAT JENIS AGREGAT
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	PERENCANAAN JALAN RAYA TULIS BATANG - WELERI I	12,5	2,049	63	29	8	9	2.5

KESIMPULAN

1. Waktu pelaksanaan lebih cepat sehingga dapat mengurangi konflik kepadatan lalu lintas
2. Dapat mempertahankan elevasi permukaan sesuai dengan yang diinginkan
3. Komposisi yang digunakan untuk CTRB adalah RAM (63%) + Agregat 10 – 20 (29%) + Semen (8%) dan OMC yang dipakai 14,80%
4. Komposisi yang digunakan untuk CMRFB (adalah RAP (71,50%)+Agregat 10-20 (27%) + Semen (1,5%) + Aspal (2,5%) dan OMC yang dipakai 5,4%
5. Kepadatan lapangan untuk CTRB Kanan rata-rata > 95% (sesuai spesifikasi Min. 95%)
6. Kepadatan lapangan untuk CTRB Kanan rata-rata > 95% (sesuai spesifikasi Min. 95%)
7. Kepadatan lapangan untuk CMRFB kiri rata-rata>98% (sesuai spesifikasi Min. 98%)
8. Kepadatan lapangan untuk CMRFB kiri rata-rata>98% (sesuai spesifikasi Min. 98%)

SARAN

1. Keandalan teknologi daur ulang metoda in plant maupun in place sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unit alat Recycling. Metode pelaksanaan maupun pengawasan
2. Untuk pekerjaan dengan foam bitumen diperlukan peralatan khusus dalam perencanaan dan pelaksanaan pekerjaan meliputi unit alat uji laboratorium
3. Diperlukan adanya pengawasan khusus untuk penambahan air pada pelaksanaan CMRFB agar tidak terjadinya kadar air yang terlalu tinggi sehingga dapat memenuhi kepadatan lapangan yang maksimal

DAFTAR PUSTAKA

- Aly, M. Anas, 2007. Teknik Dasar dan Potensi Daur Ulang Konstruksi Jalan, Jakarta : Yayasan Pengembangan Teknologi dan Manajemen
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya, Jakarta : Direktorat Jendral Bina Marga
- Krebs, RD and Walker, RD 1971, Highway Material, Mc Graw Hill
- Sukriman, Silvia, 1993, Perkerasan Jalan Raya, Bandung : Nova
- Setyawan, Ary. 2007, Handout, Mata Kuliah Perkerasan Jalan Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Sukirman, Silvia, 2003, Buku Beton Aspal Campuran Panas Edisi ke-1, Jakarta
- Utama, H. Hari, 2006, Karakterisasi Asphalt Concrete dengan Indirect Tensile Strength Test, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Wahyu, Hengki, 2008, Observasi Karakteristik Marshall pada Asphalt Concrete dengan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP), skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta